

JP10166820

**Title:
TIRE EQUIPPED WITH TRANSPONDER**

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase a communication distance with a transponder by connecting the conductive wire of a jointless belt as the antenna of the transponder for transferring information with the outside by using an electromagnetic wave and causing the rubber of a belt strip to be non-conductive rubber. **SOLUTION:** A pneumatic tire equipped with a transponder includes a jointless belt 13A constructed by winding a belt strip 133 on the outer peripheral part of the inside of the tire along a circumferential direction, the belt strip 133 being made by coating a conductive wire 131 with non-conductive rubber. A transponder 3 using an inquiry signal from an interrogator located in the outside of the tire as its energy source electrically connects the wire 131 with the electronic circuit 32 thereof in order to use the wire 131 as a receiving/transmitting antenna. The transponder main body 3A of the transponder 3 is constructed by connecting the electronic circuit 32 and a small antenna 33 on a printed circuit board, and the substrate upper surface of the main body 3A is coated with an epoxy resin 36.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-166820

(43) 公開日 平成10年(1998)6月23日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	F I	G
B 60 C 19/00		B 60 C 19/00	Z
	9/00		Z
G 06 K 17/00		G 06 K 17/00	F
	19/07	H 04 B 1/59	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-332291

(22) 出願日 平成8年(1996)12月12日

(71) 出願人 000006714

横浜ゴム株式会社

東京都港区新橋5丁目36番11号

(72) 発明者 高橋 修

神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社平塚製造所内

(72) 発明者 志村 一浩

神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社平塚製造所内

(72) 発明者 八柳 史

神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社平塚製造所内

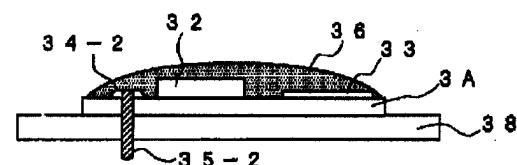
(74) 代理人 弁理士 吉田 精孝

(54) 【発明の名称】 トランスポンダ付きタイヤ

(57) 【要約】

【課題】 タイヤ内外周部に使用されているコイル状の導電性ワイヤーをトランスポンダに直接接続されたアンテナとして使用することで、質問機の送信出力を高めることなく、トランスポンダとの通信距離を大きくすることができるトランスポンダ付きタイヤを提供すること。

【解決手段】 トランスポンダ3とタイヤ内外周部に配置されたジョイントレスベルト13A内のワイヤー131とを電気的に直接接続することによって、該ワイヤーをトランスポンダ3の受信及び送信用アンテナとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 タイヤの周方向に沿って延びる導電性ワイヤーをゴムで被覆してなるベルトストリップをタイヤ内の外周部に周方向に沿って巻き付けてなるジョイントレスベルト備えると共に、電磁波を用いて外部との情報の授受を行うトランスポンダを備えたトランスポンダ付きタイヤであって、前記ジョイントレスベルトの導電性ワイヤーを前記トランスポンダのアンテナとして接続すると共に、前記ベルトストリップのゴムを非導電性ゴムとしたことを特徴とするトランスポンダ付きタイヤ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、製造期間中及びそれ以後、タイヤを電子的に識別可能にするトランスポンダ付きタイヤに関するものであり、特に、タイヤ内の金属部材をアンテナとして使用するタイプのトランスポンダとタイヤとの組合せに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、製造の自動化、製造中及びそれ以後のタイヤの追跡、分類、在庫管理、出荷、統計的工程管理、フィールドエンジニアリング、盗難予防、メンテナンス、再生管理、他のタイヤへの適用、識別等のため、電子回路にタイヤの固有情報（ID情報）を記憶させたトランスポンダをその内部に設けた、トランスポンダ付き空気タイヤが知られている（例えば実開平2-123404号公報に開示されている「トランスポンダ付空気タイヤ」）。

【0003】トランスポンダ内に記憶されるID情報には、タイヤのサイズ、型式、製造工場名、製造ラインナンバー、製造シリアルナンバー、製造年月日、出荷日等のデータを含むことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、質問機とトランスポンダの通信距離を長くするためには、質問機の質問信号（呼びかけ信号）出力を上げ、若しくはトランスポンダの送受信アンテナを大型化すればよいが、法律や規則（例えば電波法）による制限、電磁波による周囲の人体や電子機器への影響を考慮すると現実的ではない。

【0005】一方、トランスポンダは質問機から発射された質問信号のエネルギーを、内部回路の駆動電力源及び応答信号のエネルギーとしているため、限られた質問信号のエネルギーをいかに効率よく受信するかが問題となる。通信距離に大きく影響するからである。

【0006】この点、トランスポンダをタイヤ内に組み込む場合、タイヤにとってトランスポンダは異物であるため、通信距離を伸ばすためにアンテナを大きくすることは、タイヤの機能を損なう可能性があり、好ましくない。

【0007】例えば、特開平5-169931号公報（「トランスポンダを有するニューマティックタイヤ」）には、タイヤ内のビードワイヤーを変圧器の一次巻線として使用し、トランスポンダのコイルアンテナを二次巻線として作用させて、タイヤの識別を行うトランスポンダ付きタイヤが開示されている。

【0008】この場合の質問機とトランスポンダ間の質問信号及び応答信号のやりとりは、電磁誘導現象を利用したものである。そのため、二次巻線たるトランスポンダのコイルアンテナは、一次巻線たるビードワイヤーからの磁力線を多く鎖交させるため、ビードコアに沿って設けられる長円形の大型のものとなっている。しかし、トランスポンダのアンテナが大型であると、タイヤ走行中、或いはタイヤの成形、加硫時に破損する可能性があり、現実的ではない。

【0009】本発明の目的は上記の問題点に鑑み、タイヤ内外周部に使用されているコイル状の導電性ワイヤーをトランスポンダに直接接続されたアンテナとして使用することで、質問機の送信出力を高めることなく、トランスポンダとの通信距離を大きくすることのできるトランスポンダ付きタイヤを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するために、タイヤの周方向に沿って延びる導電性ワイヤーをゴムで被覆してなるベルトストリップをタイヤ内の外周部に周方向に沿って巻き付けてなるジョイントレスベルト備えると共に、電磁波を用いて外部との情報の授受を行うトランスポンダを備えたトランスポンダ付きタイヤであって、前記ジョイントレスベルトの導電性ワイヤーを前記トランスポンダのアンテナとして接続すると共に、前記ベルトストリップのゴムを非導電性ゴムとしたトランスポンダ付きタイヤを提案する。

【0011】該トランスポンダ付きタイヤによれば、トランスポンダとタイヤ内部のジョイントレスベルトを構成するコイル状の導電性ワイヤーとを電気的に直接接続することによって、該ワイヤーをトランスポンダの受信及び送信用アンテナとしたので、タイヤ外周部内の構成部材を直接トランスポンダのアンテナにすることができると共に、質問機から発せられる電磁界信号等を容易にかつ確実に受信できるため、タイヤに埋め込むトランスポンダには特別にアンテナを必要とせず、トランスポンダを小型にすることができます。さらに、前記ジョイントレスベルトのワイヤーを被覆するゴムを非導電性ゴムとしたので、該ワイヤー同士の短絡を及びタイヤゴムを介しての接地短絡を防止でき、アンテナとして有効に作用させることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、チューブレスタイヤの断面図である。図において、1はチューブレスタイヤ、1

2はスチールカーカス、13はベルト、13Aはジョイントレスベルト、14はトレッド部、15はトレッドグループ、16はビードコア、17はリムである。その他、図にはタイヤの各位置の名称を記載している。

【0013】図2は、チューブレスタイヤにおけるジョイントレスベルト13Aを示す構成図である。

【0014】ジョイントレスベルト13Aは、図に示すように、真鍮メッキされた鋼線等の金属材料からなるワイヤー131を、平面状に数本配置して非導電性ゴム132で被覆して所定幅のベルト状にしたベルトストリップ133を、ベルト13の上に、タイヤ1の周方向に沿って、所定幅内にコイル状に巻き付けてなるものである。

【0015】また、通常タイヤを構成する各ゴムは、その補強材としてカーボンブラックが用いられており、このため導電性であるが、タイヤ内の外周部に設けられたジョイントレスベルト13A内のワイヤー131をアンテナとして用いるためには、短絡防止のために非導電性部材、例えば非導電性ゴム132でワイヤー131を被覆しておく必要がある。

【0016】非導電性ゴム132としては、カーボンブラックを非導電性のシリカやクレー等に置換したもののが好ましく、例えば、次のような配合を例示できる。

NR (SIR-20)	70
SBR (Nippol 1502)	30
シリカ (日本シリカ Nipzil AG)	90phr (カーボンブラック 0)
その他 オイル、シランカップリング剤、硫黄、加硫促進剤 等	

を混合したもの。

【0017】一般に、ポリマーの種類や加硫剤等は導電性に影響を及ぼさないので、ジョイントレスベルト13A以外に用いる金属ワイヤーの場合は、それぞれの被覆ゴムの目的に応じて設計すればよい。ここで重要な点は、導電性のカーボンブラックを少なくする或いは使用しない点である。前述した配合例のように、すべてのカーボンブラックをシリカに置換することが良いが、カーボンブラックをゴム分100部に対して20部以下であれば、タイヤ内の金属構成部材がアンテナとして十分に機能発揮することが実験によって確認されている。その他、カーボンブラックを用いた場合でも、これを大粒径化することによって導電性を低下させることができる。ここで、非導電性ゴム132は、 $1 \times 10^8 (\Omega \cdot m)$ 以上の体積固有抵抗値を有するものが好ましい。

【0018】図3にジョイントレスベルト13Aの非導電性ゴム132に用いるコートコンパウンド（インシュレーションコンパウンド）の配合例の実験結果を示す。図3において、標準例はカーボンのみの配合であり、体積固有抵抗値が低く通電しやすい。一方、実施例1～3は十分に抵抗値が高いため、通電し難く所望の効果が得

られた。また、比較例1及び比較例2に示すようにカーボンの一部をシリカに置換してもそれほど体積固有抵抗値は高くならなかった。

【0019】図4は、ジョイントレスベルト13Aの一部分にトランスポンダ3が取り付けられている様子を表した図である。トランスポンダ3は、ジョイントレスベルト13A内のワイヤー131を受信用及び送信用アンテナとすべく、ワイヤー131と、トランスポンダ3の電子回路が電気的に直接に接続され、固定されている。

【0020】このトランスポンダ3は、その内部に電源を有せず、その代わりにタイヤ外部から発生される質問機により質問信号をそのエネルギー源としている。質問信号は、トランスポンダ3中の回路によって整形（整流）された後、その整形信号をエネルギー源として活用してタイヤを識別すべきデジタルにコード化された電気信号をタイヤ外部に送信するために使用される。

【0021】ここで、「質問機」とは、トランスポンダ3にその固有のID情報を含む信号を応答するよう呼びかけると共に、該呼びかけ信号（質問信号）のエネルギーを、トランスポンダ内部の電子回路の駆動電力及び応答信号のエネルギーとしてトランスポンダに付与するための装置をいう。

【0022】次に、このトランスポンダ3とジョイントレスベルト13A内のワイヤー131との接続に関してさらに詳しく説明する。前述したように、ジョイントレスベルト13Aは、複数本のワイヤー131を束ねたベルトストリップ133を数十ターン巻回して構成したものであり、ワイヤー131を鋼線等の導電性金属材料で構成すれば、電磁誘導の起電力を生じうる。

【0023】本発明では、ワイヤー131の始端と終端に端子加工を施し、後述するトランスポンダ3のプローブと接続しうるようにしている。ワイヤー131の始端と終端は、トランスポンダ3のプローブと容易に接続することができるよう、ほぼ同一ヶ所に設けられる。

【0024】図5乃至図7は、本実施形態におけるトランスポンダ3を示す構成図である。図5は、タイヤ装着用トランスポンダ3を示す外観図である。図において、3はトランスポンダで、トランスポンダ本体3Aと接着部3Bとから構成されている。

【0025】また、トランスポンダ本体3Aの下面には、接着部3Bが張り付けられている。この接着部3Bは、絶縁性及び断熱性を有する弾性部材からなり、これに接着剤を塗布することにより、接着対象となる部材にトランスポンダ3を取り付けることができるようになっている。

【0026】図6は、トランスポンダ3の平面図である。トランスポンダ本体3Aは、エッチング加工によりその上面に配線を施したプリント基板上に電子回路（集積回路）32及びインピーダンスマッチング用の小型アンテナ33が接続されている。

【0027】また、トランスポンダ本体3Aの基板には、該基板をスルーホールにて裏側に貫通する端子34(34-1及び34-2)が設けられており、この端子34は、電子回路32に導電接続されている。

【0028】図7は、図5のA-A線矢視方向断面図である。図に示すように、導電性材料からなるプローブ35-2が端子34-2より、トランスポンダ本体3Aの基板及び接着部3Bの下に突き出るように設けられている。さらに、図示されていないが、プローブ35-1も、端子34-1よりトランスポンダ本体3Aの基板を貫通し、トランスポンダ本体3Aの基板及び接着部3Bの下に突き出るように設けられている。

【0029】プローブ35が端子34にハンダ付けされた後、トランスポンダ本体3Aの基板上面は、エポキシ樹脂36によって被覆され、電子回路32を、その後のタイヤ製造過程及びタイヤ走行中における熱及び衝撃から保護する。

【0030】トランスポンダ3をタイヤに組み込む際、両プローブ35-1, 35-2は、それぞれ、ワイヤー131の始端と終端に電気的に接続されると共に、接着部3Bに接着剤を塗布することによって、タイヤ内の所定の部材に接着固定される。このジョイントレスベルト13A内のワイヤー131は、トランスポンダ3の受信用及び送信用アンテナとして使用される。

【0031】ここで、ワイヤー131をいわゆる電磁結合型のアンテナとする場合と、電界結合型のアンテナとする場合とでは、トランスポンダの構造が若干異なるので、ケース毎に分けて説明する。

【0032】以下の、第1の実施例では、ワイヤー131をトランスポンダ3の電磁結合型のアンテナとする場合について説明する。図8は、ワイヤー131を電磁結合型のアンテナとする場合のトランスポンダ3の電気回路32を含む構成を示す図である。ここで、電磁結合とは、質問機からの電磁界信号(電磁波)を、コイルアンテナに生ずる誘導電流としてピックアップする方法をいう。従って、ワイヤー131に流れる電流をピックアップすべく、トランスポンダ本体3Aの端子34-1及び34-2より接続されたプローブ35-1及び35-2は、それぞれ、ワイヤー131の始端の端子T_s及び終端の端子T_eに接続される。

【0033】ワイヤー131によって質問機からの質問信号、例えば500KHzの電磁界信号が受信されると、ワイヤー131に流れる電流は、トランスポンダ3の電子回路32内の渦波器321で所定周波数(例えば1MHz)以下の中波成分だけが通過され、整流器322で全波整流された後、平滑回路323で直流化される。この直流化された信号は、中央処理部324及びその他の電気回路の駆動用電力として使用される。

【0034】この駆動用電力が入力されると、まず、中央処理部324は、そのメモリ(図示せず)に記憶され

ている当該トランスポンダ固有のID情報を読み出し、このID情報に基づいて所定周波数の搬送波を変調した後、これをデジタル化された応答信号として発信すべく、応答信号発信部325に送出する。

【0035】応答信号発信部325は、このデジタル化された応答信号を、受信機に向けて発信すべく、端子34-1, 34-2が渦波器321と連絡するラインに送出する。そしてこの応答信号は、ワイヤー131からなる送受信用アンテナを介して、電磁界信号として受信機に送出される。

【0036】ここで、「受信機」とは、トランスポンダ3が質問機の質問信号を受信することによって応答した、ID情報を含む応答信号を受信するための装置をいう。

【0037】また、質問機から発信される周波数に対し、トランスポンダ3から発信されるIDデータを含む応答信号の周波数(搬送波)は、前者の4倍以上の高周波にすることが望ましい。例えば、質問機の発信周波数を前述のように、500KHzとすれば、トランスポンダの応答信号は300MHzにする。これにより、前記渦波器321を例えば1MHz以下の周波数成分の電流のみが通るようなものとすれば、応答信号は渦波器321を通過することなく、有効に受信機側に送出される。

【0038】尚、インダクタンス成分からなるインピーダンスマッチング用の小型アンテナ33は、第1の実施例においては、端子34-1, 34-2間に設けられる。これにより、当該小型アンテナ33のインダクタンスを変化させて、電子回路32の閉ループ内のインピーダンスを調節し(インピーダンスマッチングさせ)、プローブ35をワイヤー131に接続したところにおける受信信号の反射をなくして、受信感度を調節、即ち高めることができる。

【0039】また、本実施例のトランスポンダを、所定の内径を有するジョイントレスベルト13Aを備えたタイヤのみに使用することを予定する場合は、インピーダンスマッチング用の小型アンテナ33は、必ずしも設ける必要はない。

【0040】次に、本実施形態における第2の実施例を説明する。第2の実施例では、ワイヤー131をトランスポンダ3の電界結合型のアンテナとする場合について説明する。図9は、ワイヤー131を電界結合型のアンテナとする場合のトランスポンダの電気回路を含む構成を示す図である。ここで、電界結合とは、質問機から送信される信号の電界成分をピックアップする方法をいう。これは通常、アースを基準とした絶対値で検出される。従って、ワイヤー131は、所定の位置を基準とした電界信号をピックアップするだけのものでよいから、トランスポンダ3に設けるプローブは1本でよい。従つて、トランスポンダ3とワイヤー131の接続の際に、プローブをジョイントレスベルト13Aの所望の位

置に差し込んで、プローブとワイヤー131とを接触させればよい。具体的に言えば、トランスポンダ3のプローブをジョイントレスベルト13Aのワイヤー131中に押し込んで、接着部3Bをジョイントレスベルト13Aに接着して固定すれば足りる。

【0041】ここで、ワイヤー131で質問機の質問信号、例えば500KHzの電界信号が受信されると、アース(G)に接続されたコンデンサ(C)の他の一方の電極でこの電界信号が受け取られ、抵抗(R)を介して電流に変換される。そしてこの電流は、トランスポンダ3の電子回路32内の中波器321'で所定周波数以下の周波数成分だけが通過され、整流器322で全波整流された後、平滑回路323で直流電流とされる。

【0042】この直流電流は、中央処理部324その他の駆動用の電力として使用される。この駆動電力が入力されると、第1の実施例の場合と同様、まず、中央処理部324は、そのメモリ(図示せず)に記憶されている当該トランスポンダ固有のID情報を読み出し、このID情報に基づいて所定周波数の搬送波を変調した後、これを応答信号として発信すべく応答信号発信部325に送出する。

【0043】応答信号発信部325は、このID情報を含む応答信号を、受信機に発信すべく、端子34がコンデンサ(C)と連絡するラインに送出する。

【0044】これにより、この応答信号は、ワイヤー131からなる送受信用アンテナを介して、電界信号として、受信機に送出される。

【0045】この場合も、質問機から発信される周波数に対し、トランスポンダ3から発信されるID情報を含む応答信号の周波数(搬送波)は、前者の4倍以上の高周波にすることが望ましい。これは、第1の実施例の場合と同じ理由である。例えば、質問機の発信周波数を前述のように、500KHzとすれば、トランスポンダの応答信号は300MHzにする。そうすると、前記中波器321を、例えば1MHz以下の周波数成分(電流)のみが通るようなものとすれば、応答信号は中波器321'を通過することなく、有効に送信機側に送出される。

【0046】前述したように、イヤ内の外周部に配置されたジョイントレスベルト13A内のワイヤー131を、トランスポンダ3の送受信用アンテナとして用いたので、図10に示すようにイヤ1を積み重ねた場合にも、ハンドヘルドスキャナ等から発した小出力の質問信号によってトランスポンダ3へのアクセスが可能となる。また、図11に示すように、質問機のアンテナANTを路面下に埋設してアクセスすることも容易に行うことができ、この場合、従来のようにビード部をトランスポンダのアンテナとしたときに比べて、ジョイントレスベルト13Aをアンテナとしたときの方が路面内のアンテナANTとの距離が小さくなりトランスポンダへのア

クセスが容易となる。

【0047】尚、インダクタンス成分からなるインピーダンスマッチング用の小型アンテナ33は、第2の実施例においては、コンデンサCと並列に、LC共振回路を構成する如く設けられる。これにより、当該小型アンテナ33のインダクタンスを変化させて、電子回路32の閉ループ内のインピーダンスを調節し(インピーダンスマッチングさせ)、プローブ35をワイヤー131に接続したところにおける受信信号の反射をなくして、受信感度を調節、即ち高めることができる。

【0048】また、本実施例のトランスポンダを、所定内径のジョイントレスベルト13Aを備えたイヤのみに使用することを予定する場合は、インピーダンスマッチング用の小型アンテナ33は、必ずしも設ける必要はない。

【0049】また、前述の実施形態におけるトランスポンダ3の構成は一例でありこれに限定されることはない。

【0050】

【発明の効果】前述したように本発明のトランスポンダ付きイヤによれば、イヤ内外周部に配置されたジョイントレスベルト内の導電性ワイヤーにトランスポンダを電気的に接続し、該コイル状のワイヤーを受信及び送信用アンテナとしたので、トランスポンダに特別にアンテナ部を設ける必要がなく、仮に調整用アンテナを設けたとしても、トランスポンダを非常に小型化することができる。さらに、イヤ内外周部に配置されたジョイントレスベルト内のワイヤーをアンテナにすることにより、トランスポンダへのアクセスを容易に行うことができると共に、質問信号の送信電力を高めることなく通信距離を伸ばすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態におけるチューブレスイヤを示す断面図

【図2】本発明の一実施形態におけるジョイントレスベルトを示す構成図

【図3】本発明の一実施形態における非導電性コンパウンドの配合実施例を示す図

【図4】本発明の一実施形態におけるトランスポンダの装着例を示す図

【図5】本発明の一実施形態におけるトランスポンダを示す外観図

【図6】本発明の一実施形態におけるトランスポンダを示す平面図

【図7】本発明の一実施形態におけるトランスポンダを示す断面図

【図8】本発明の一実施形態における第1の実施例のワイヤーを電磁結合型アンテナとする場合のトランスポンダの電気回路を含む構成図

【図9】本発明の一実施形態における第2の実施例のワ

イヤーを電界結合型アンテナとする場合のトランスポンダの電気回路を含む構成図

【図10】本発明の一実施形態におけるトランスポンダアクセスの容易性を説明する図

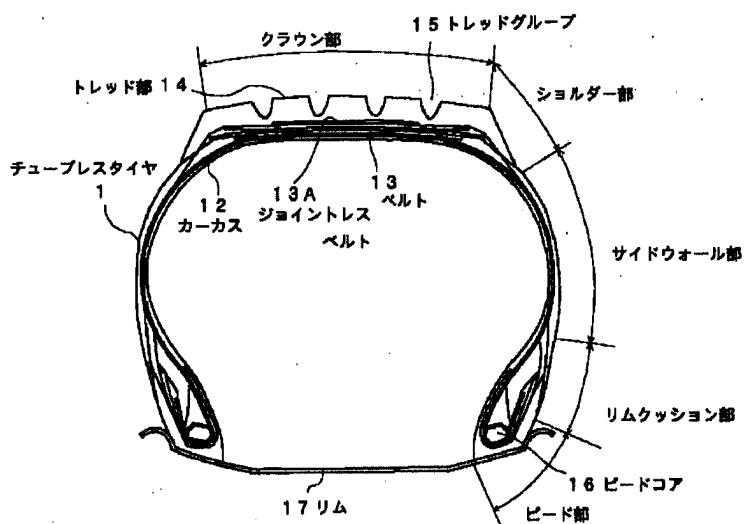
【図11】本発明の一実施形態におけるトランスポンダアクセスの容易性を説明する図

【符号の説明】

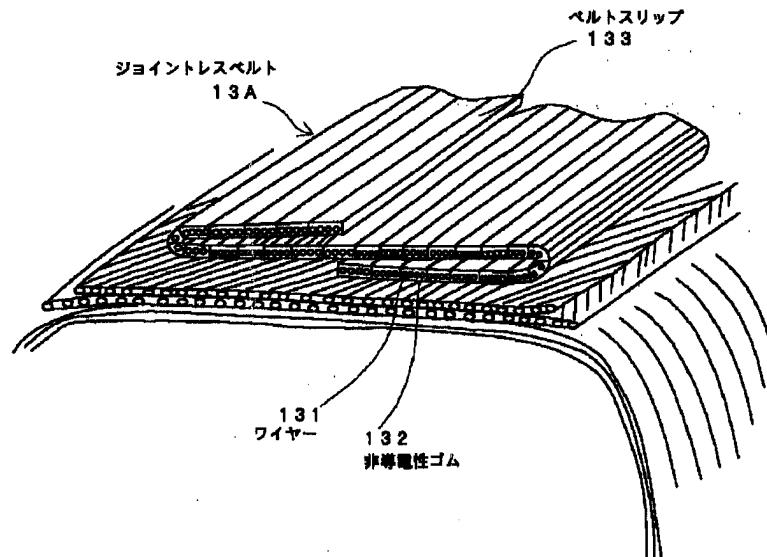
1…チューブレスタイヤ、3…トランスポンダ、3A…トランスポンダ本体、3B…接着部、12…スチールカーカス、13…ベルト、13A…ジョイントレスベル

ト、14…トレッド部、15…トレッドグループ、16…ビードコア、17…リム、32…集積回路（電子回路）、33…周波数微調整用アンテナ、34-1…端子、34-2…端子、35-1…プローブ、35-2…プローブ、36…エポキシ樹脂、131…ワイヤー、132…非導電性ゴム、133…ベルトストリップ、321…渦波器、321'…渦波器、322…整流器、323…平滑回路、324…中央処理部、325…応答信号発信部。

【図1】



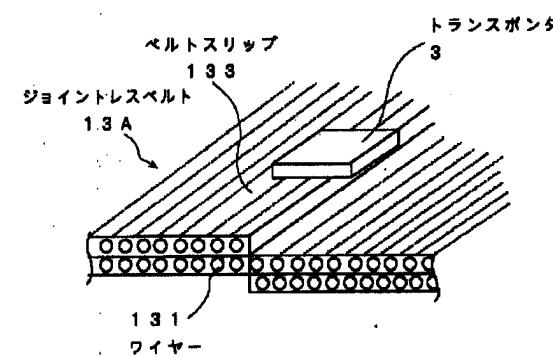
【図2】



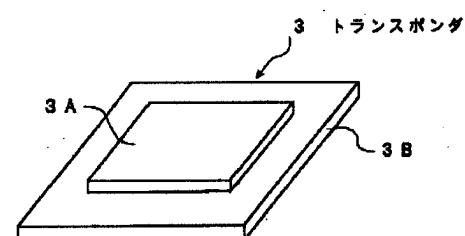
【図3】

	標準例	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
NR (SIR-20) SER (NIPCL1502)	70.0 30.0	70.0 30.0	70.0 30.0	70.0 30.0	70.0 30.0	70.0 30.0
カーボンブラック (シーストV) クレー (T-クレー) シリカ (NipzilAO) シランカップリング剤 (S169) 活性剤 (ジエチレングリコール)	100.0	100.0	30.0	70.0	20.0	
重鉛華3号 工業用ステアリン酸 芳香族プロセスオイル			100.0 10.0 10.0	70.0 7.0 7.0	30.0 3.0 3.0	80.0 8.0 8.0
油処理粉未練乳 加硫促進剤 NS'	5.0 1.0	5.0 1.0	5.0 1.0	5.0 1.0	5.0 1.0	5.0 1.0
体積固有抵抗値 (Ω·m)	3×10^7	2×10^8	3×10^7	3×10^8	8×10^7	1×10^7

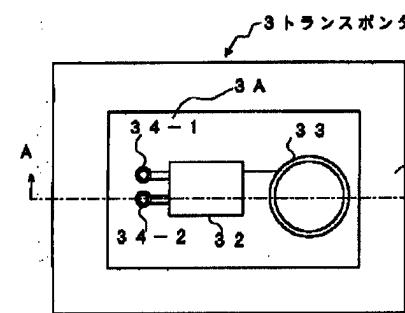
【図4】



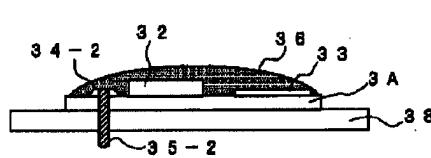
【図5】



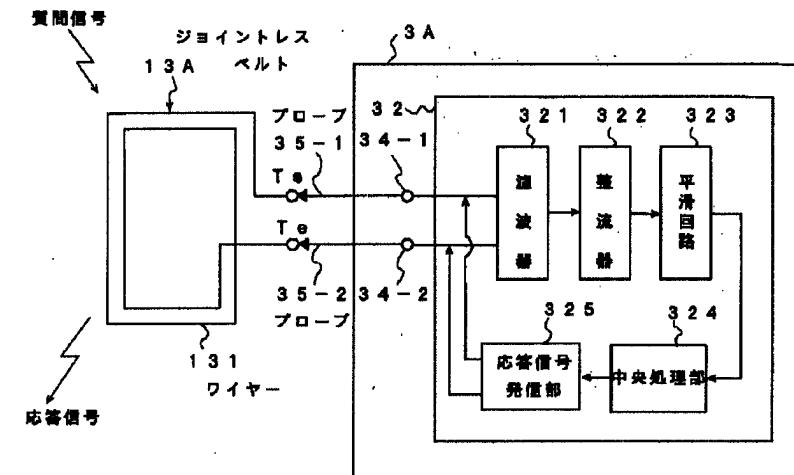
【図6】



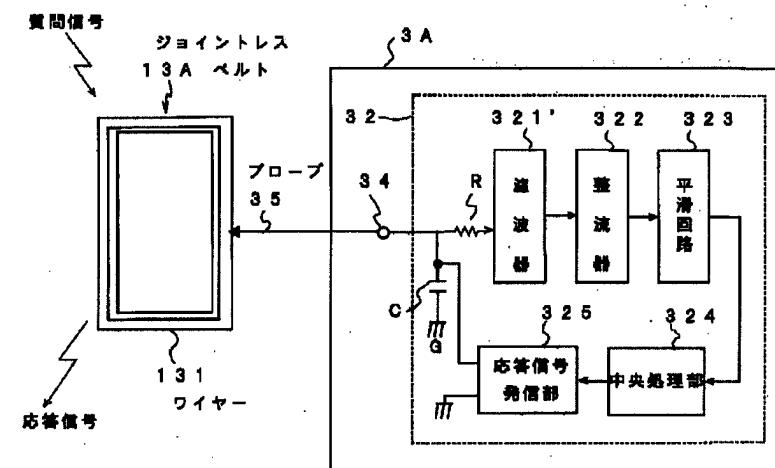
【図7】



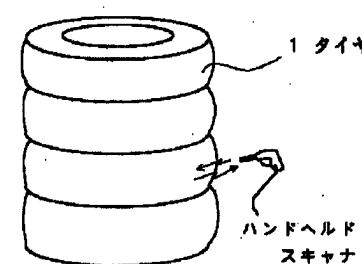
【図8】



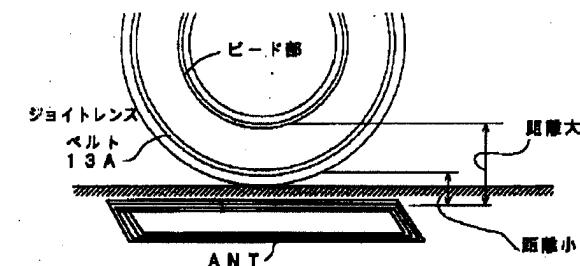
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁶
H 04 B 1/59

識別記号

F I
G 06 K 19/00

H